

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Stein, Katrin

Austausch von Stemmtoren am Main in einer Schleusensperre

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104368>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Stein, Katrin (2017): Austausch von Stemmtoren am Main in einer Schleusensperre. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Instandsetzung von Schleusen unter Betrieb. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 76-82.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Austausch von Stemmtoren am Main in einer Schleusensperre

Dipl.-Ing. (TH) Katrin Stein (WSA Schweinfurt)

1. Einleitung

Mit 19 Staustufen und den dazugehörigen Schiffsschleusenanlagen an der Wasserstraße Main gehört das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Schweinfurt zu durchaus interessanten Betreibern innerhalb der WSV. In diesem Mainabschnitt werden u. a. 50 Schleusentore betreut: Davon sind 37 als Stemm-Tore einfacher Bauart, 11 als Schütz betriebene Stemm-Tore, 1 als Drehsegmenttor sowie 1 als Hub-senktor ausgebildet. Bedingt durch den Ausbau des Mains zur Großschifffahrtsstraße in den 30er und nach dem Krieg in den 50er/60er Jahren weisen die Anlagen nunmehr ein Alter von über 70 Jahren aus. Alle, bis auf 6 Tore wurden daher schon einmal gegen neue ersetzt.

Die Gründe für den Torersatz sind zum einen das Betriebsalter (rechnerische Nutzungsdauer), jedoch auch Schadensfälle durch Anfahrungen, zu gering ausgelegte Betriebsfestigkeit, unkorrekte Toreinstellungen sowie höhere rechnerisch anzusetzende Belastungen durch Änderung des Regelwerkes, Umbau auf Fernsteuerung und Einführung neuer Standards.

Nach fast abgeschlossenem Torersatzprogramm ist eine fortlaufende geplante Grundinstandsetzung nach 20 Jahren, vergleichbar mit der Checkheftpflege beim Auto durchaus möglich. Ziel ist, „den Schaden zu beheben, bevor er auftritt“, um den funktionellen Erhalt unserer Schiffsschleusen zu gewährleisten.

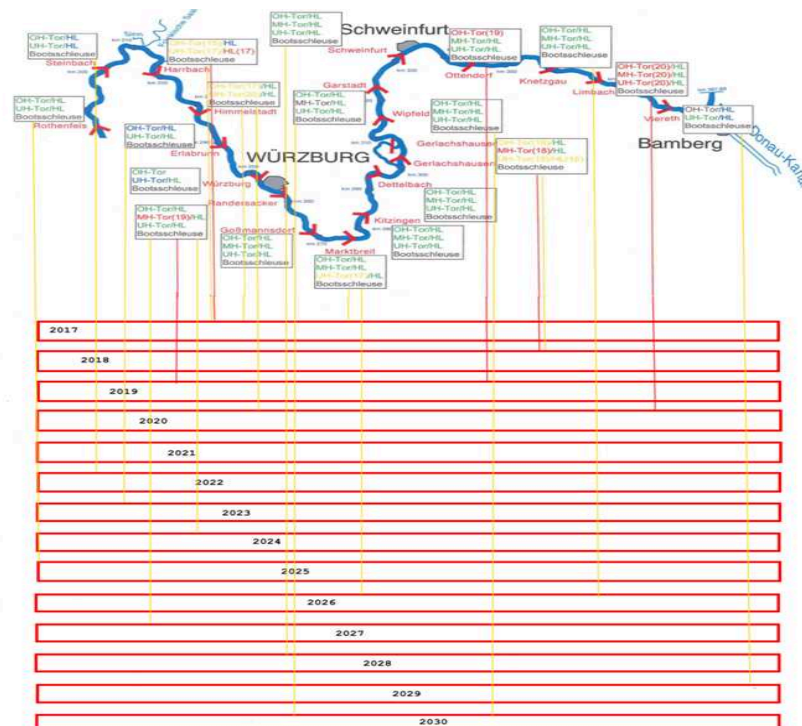


Abb.1: „Checkheftpflege am Main“ Auszug aus geplanten Grundinstandsetzungen im Bereich des WSA Schweinfurt

2. Standardisierung als Entscheidungshilfe

Durch das Bestreben nach weitest gehendem Erhalt der bestehenden Anlagen unter Berücksichtigung aktueller Anforderungen hat die Modernisierung inzwischen eine dem Neubau gleichwertige Bedeutung erhalten. Eine allgemeingültige, die sehr unterschiedlichen Randbedingungen eines Wasserbauwerkes erfassende Modernisierungsrichtlinie existiert nicht. Hierzu sind die hydrologischen, hydraulischen, bodenmechanischen sowie sonstigen baulichen und betrieblichen Voraussetzungen zu unterschiedlich. „Standardisierung“ scheint hier das Zauberwort zu sein. Nun was spricht gegen eine Vereinheitlichung von Bauteilen und Bauteilgruppen, um eine sinnvolle aufwands- und mittel reduzierte Ersatzteilverhaltung bzw. –Beschaffung zu ermöglichen? Voraussetzung sind hierfür jedoch Erfahrungen hinsichtlich eines störungsfreien Betriebsablaufes. Durch eine positive Fehlerkultur erhält man die Chance auf Weiterentwicklung und stetige Verbesserung, um künftig gleiche Fehler zu vermeiden und aus neuen Fehlern zu lernen. Standardisierte Bauteile bzw. Bauteilgruppen, welche bereits im Bereich des WSA Schweinfurt, basierend auf einer Standardisierten Toraussschreibung, eingeführt worden, sind Halslager, Spurlager, Knaggen, Dichtungen und Torpuffer.

Womit sich die Frage stellt, was überhaupt alles erneuert werden soll bzw. sollte: Nun der Ersatz der Torkonstruktion, welche mittlerweile nach DIN EN 1090, DIN 19704 mit 30 Torspielen pro Tag an 365 Tagen im Jahr statisch berechnet, konstruiert und gebaut wird, ist hierbei kompromisslos. Die Halslager einschließlich deren Rückverankerung sind im Bereich des WSA Schweinfurt seit 20 Jahren standardisiert und genau wie die ehemals elektromechanischen Antriebe komplett gegen hydraulische Kompaktantriebe zu ersetzen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass ein korrekter Spurlagersitz unabdingbar mit dem sicheren Betrieb der Torkonstruktion als Ganzes verbunden ist. Üblicherweise werden die Tore geometrisch auf Sollmaß, d.h. Ursprungsmaß gebaut. Das Spurlager sollte daher auch auf Sollmaß sitzen. Leider ist die gemachte Erfahrung eine andere. Die Tore werden z. T. einem unkorrekten Spurlagersitz, welcher sich im Laufe eines Torlebens vielfältig durch Dichtanpassung usw. verschoben hat, mit Hilfe der Halslagerspannung angepasst. Es wird nur Wert auf Dichtigkeit als entscheidendes Abnahmekriterium gelegt. Unplanmäßige Verschleißerscheinungen sind die Folge, da zusätzliche, rechnerisch nicht erfasste Horizontalkräfte als Abriebkräfte auf die Knaggen wirken. Dadurch entstehen zusätzliche Momente an der Schlagsäule. Es kommt zur Kräfteüberlagerung, für welche die Tore in keiner Weise berechnet und konstruiert worden sind. Dies führt dann unweigerlich zu Problemen bezüglich der Betriebsfestigkeit und einem unerwarteten Torverschleiß. Ein entsprechender Versatz des Spurlagerunterteils auf Soll-Maß ist nicht nur die Alternative sondern ein „Muss“. Besonders bewährt hat sich hierbei der Einsatz von Mauerplattenträgern mit integriertem Spurlager. Wenn nun das Tor und der Spurlagersitz auf Sollmaß angelegt worden sind, ist auch die Tor-Maske, d.h. der Drempe- und Wendesäulendichtanschlag auf korrekte Einbaulage und entsprechende Ebenheit hin messtechnisch zu überprüfen. Es wurde z.T. Lot-Abweichungen am Wendesäulenanschlag von 13 cm festgestellt. Wenn nun die Tore zum Nachweis der eingehaltenen Dichtigkeit soweit an das Bauwerk, egal ob schiefwinklig oder uneben, angepasst werden, ist der Reserveanteil der Dichtungen für spätere Feinregulierung von Beginn an aufgebraucht. Der Einbau der Tore erfolgt schiefwinklig durch entsprechendes Nachspannen über die Halslageranker, was zwangsläufig zu Verschleißerscheinungen führt.

Die rechnerisch zugrunde gelegte Torstatik entspricht damit nicht mehr den tatsächlichen Gegebenheiten.

3. Stahlwasserbauliche Teilerneuerung am Beispiel der SSA Dettelbach

Die vielen Einzelmaßnahmen, welche bei einem Neubau selbstverständlich sind, stellten das WSA Schweinfurt vor das Problem, einen Großteil dieser innerhalb kurzer Schifffahrtssperren (14 Tage bis 21 Tage) zu bewältigen mit dem Ergebnis 100 %iger Betriebsbereitschaft unmittelbar nach der jeweiligen zeitlich einzuhaltenden Sperre. Es war also sehr schnell klar, dass diese Gesamtmaßnahme sich nur über den Zeitraum mehrerer Jahre unter Nutzung mehrerer Schleusensperren realisieren lies. Gegenstand öffentlicher Ausschreibungen waren nach genehmigten Entwürfen- HU und -AU die Leistungen für die Verankerung der Spundwand, Erneuerung der Schleusenausrüstung (Poller, Lampen, Spundwandholme), Erneuerung der Wege- und Straßenplanie mit Entwässerung, Neubau von 6 Antriebshäusern unter Planieanpassung der Häupter und einer Einfeld -Lehne für die notwendige Schleusentrockenlegung am OH, den Ersatz(Nebau) der Tor- und Schützantriebe, der Halslager einschl. deren Rückverankerungen sowie der drei Schütz betriebenen Tore. Die ursprünglich eingebauten Tore waren genau wie die neu zu ersetzenden als Riegel-Stemmtore ausgebildet und das Füllen bzw. Entleeren der Kammer erfolgte über Tor-Schütze. Im Zuge des Umbaus der Anlage auf Fernsteuerung wurden die Antriebe der Tore selbst und die Halslager bereits 2011 in einer SSP gegen neue ersetzt. Die Tore werden jetzt, genau wie die Schütze über einen hydraulischen Kompaktantrieb ferngesteuert. Dieser Umbau der Torantriebe war zum Zeitpunkt des Torersatzes bereits abgeschlossen. Die Umstellung der ursprünglichen elektro-mechanischen Schütz-Antriebe auf elektrohydraulische hingegen erfolgte innerhalb der Schleusensperre 2015 im Zusammenhang mit dem Torersatz.

Wie gestaltete sich nun die weitere Vorgehensweise des eigentlichen Torersatzes in Hinblick auf das zur Verfügung stehende kurze Zeitfenster vom 13.04.-29.04.2015?

Nachdem der Maßnahmen-Rahmen für diesen abgesteckt und die verschiedenen konstruktiven Details hinreichend geklärt waren, ging es nun an die Vorbereitung des **Bauablaufes**.

Die Halslager einschließlich deren Rückverankerungen und Torantriebe waren im Zusammenhang mit Planieumbau und Spundwandverankerung 2011 bis 2014 bereits ersetzt worden.

2014 erfolgte im Rahmen einer Schleusensperre ein Aufmaß der Spurlagersitze und Mauerplatten, in deren Ergebnis die Notwendigkeit des Spurlagerversatzes im Zusammenhang mit der Ersatztorphilosophie des WSA Schweinfurt erkannt worden ist.

Die Technische Bearbeitung, d. h. die statische Berechnung und konstruktive Bearbeitung der Tore und Schütze, fand im Zeitraum 2014-2015 durch den mit dem Torersatz beauftragten AN statt. In dieser Bauphase erst kam es zur Feststellung einer notwendigen Maßnahmenenerweiterung – dem Ersatz der Mauerplattenträger.

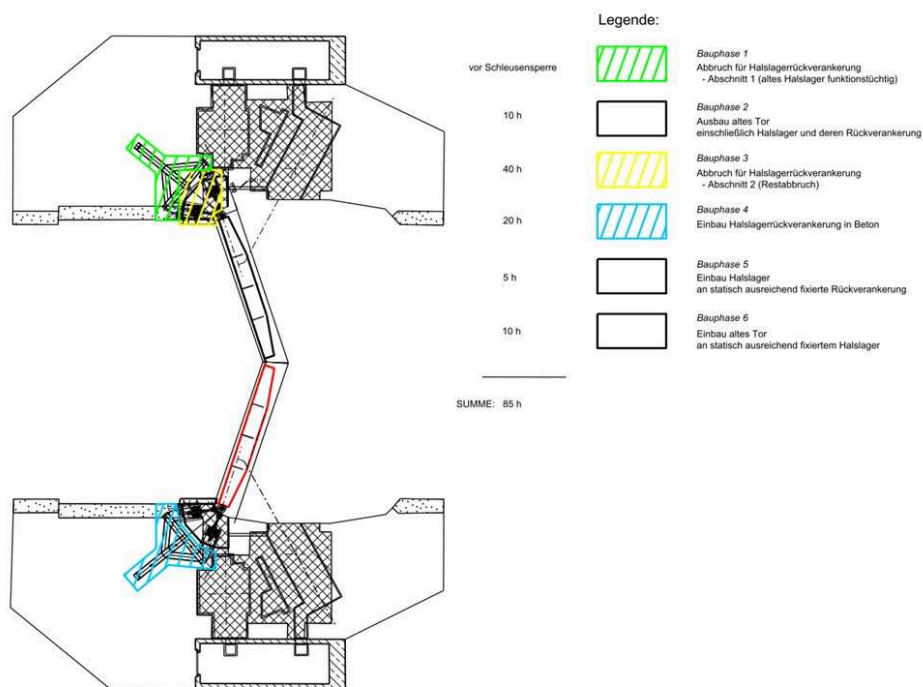


Abb.2: Bauphasenplan 1 Ersatz der Halslager einschl. deren Rückverankerung

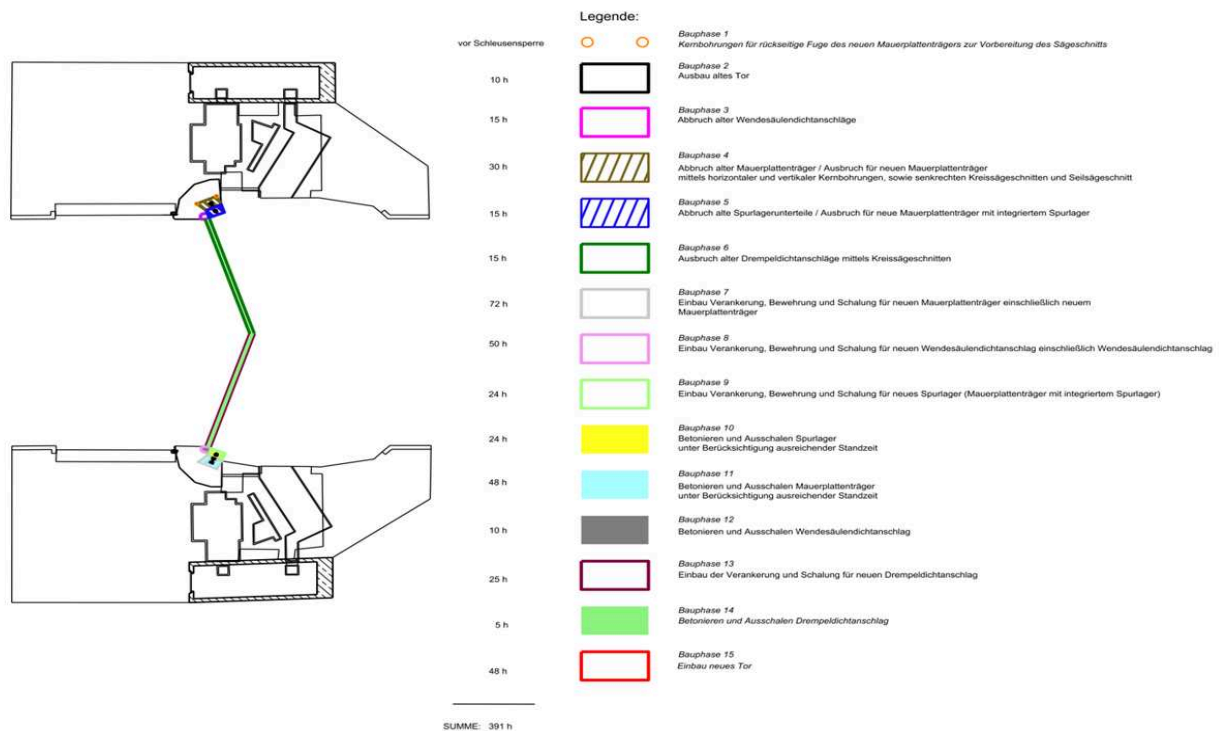


Abb.3: Bauphasenplan 2 Ersatz der Wendesäulen- und Drempel-Dichtanschläge sowie der Mauerplattenträger

Die Fertigung der Tore, Schütze und Mauerplattenträger im Werk war an einen vertraglich vereinbarten Zeitplan gebunden und wurde sehr engmaschig durch Dritte überwacht. Nur so konnte in vor- und ausgeschriebener Qualität termingerecht geliefert werden.

Nach Feststellung der Notwendigkeit zusätzlichen Ersatzes der Mauerplattenträger mussten die bis dahin auf gestellten Bauzeitenpläne, welche sich ohnehin mehrfach geändert hatten, wieder aktualisiert werden. Die besondere Herausforderung bestand nunmehr darin, das nahezu verdoppelte Auftragsvolumen in derselben kurzen Schleusensperre umzusetzen.

Und so begann die Eröffnung der Baustelle selbst bereits im Februar unter stundengenauer Planung mit größtmöglicher Vorbereitung und Vorfertigung von z.B. Bewehrungskörben, Schalungselementen sowie der Konzeptionierung eines frühhochfesten Betons mit ausgezeichneten Fließeigenschaften und nicht allzu hoher Erwärmung.

Eine besondere Herausforderung stellte in diesem Zusammenhang der Abbruch der alten Mauerplattenträger dar. Diese mussten zumindest an Ober- und Unterhaupt bis zur Schleusensperre selbst voll funktionstüchtig bleiben. Das Mittelhaupt wurde unter Berücksichtigung der Schifffahrt früher aus dem Betrieb genommen. Rückseitige Kernbohrungen hinter den auszubrechenden Mauerplattenträgern im statisch unproblematischen Bereich zur Freilegung der Rückenfuge erfolgten ebenfalls rechtzeitig vor der Sperre. In dieser wurden dann zeitgleich an allen Häuptern sowohl land- als auch wasserseitig Abbruch-, Bewehrungs-, Schalungs- und Betonierarbeiten im 24-Stunden-Betrieb durchgeführt.

Die bereits angesprochene Betonkonzeptionierung erfolgte in mehreren Versuchen: So basierte das erste und bereits beauftragte Angebot des AN auf dem Einsatz von Pagel, um die Mauerplattenträger mit integriertem Spurlager frühestmöglich ausschalen und belasten zu können. Zur weiteren Optimierung wurde dann der Einsatz von Stahlfaser bewehrtem Beton untersucht. Dieses Konzept ließ sich statisch jedoch nicht umsetzen. Sodass es unter Absprache mit der BAW Karlsruhe, dem TÜF Rheinland als Betonüberwacher, Heidelberger Zement und dem ausführenden Baubetrieb zur Entwicklung einer Spezialrezeptur, d.h. eines frühhochfesten Reparaturbetons, unter gleichzeitiger Ersparnis von ca. 55.000,- Euro kam.

In Vorbereitung der Baustelle waren durch den ausführenden Subunternehmer des AN für den Torersatz extra Modelle der zu bewehrenden und betonierenden Nische gefertigt worden, um die Ankerbohr- und Verpress-, Bewehrungs- sowie Schalungsarbeiten weitestgehend zu optimieren.

Dennoch blieben für den Einbau der Tore selbst, neben dem Umbau der Schützenantriebe, nur jeweils 2 Tage und das entsprechend parallel. Auch hier führte ein Sondervorschlag zum angestrebten Erfolg: „Toreinpassung mittels Spaltverguss“ - eine wirklich zu empfehlende Montagevariante aus dem Brückenbau. Dieses Verfahren war bereits durch andere WSÄ's erfolgreich getestet worden und das eingesetzte Material („DIAMANT“) hatte eine bauaufsichtliche Zulassung.



Abb. 4/5/6: Verschiedene Modellbauten der auszubrechenden Nische für den Einbau der künftigen Mauerplattenträger einschl. der notwendigen Verankerung, Bewehrung und Schalung

Danach Einbau der Tore und deren Schützenantriebe die Zeit für deren Fein Anpassung dann doch nicht mehr ausreichte - üblicher Weise werden mindestens 5-6 Tage eingeplant -, mussten bei der ersten Flutung starke Undichtigkeiten sowohl an Toren als auch an den Schützen festgestellt werden. Bedingt durch die vorhandenen starken Unebenheiten an den Dichtflächen des Wendesäulenanschlages, wurden die Tore mittels Halslager dicht gespannt. Eine zusätzliche Schleusensperre 2016 war erforderlich, um die notwendigen Anpassungs- und Dichtarbeiten durchzuführen, was auch gelang.



Abb.7: Mittelhaupttor der SSA Dettelbach



Abb.8.: Luftbildaufnahme der SSA Dettelbach

4. Fazit

- Die Tatsache, dass in der Planung bereits 90 % des Erfolgs liegen ist hinlänglich bekannt. Daher ist eine rechtzeitige Vorbereitung in der technischen Bearbeitung ein „Muss“. Die Technische Bearbeitung wird aufgrund gemachter Erfahrungen im Bereich des WSA Schweinfurt mittlerweile vorweg genommen und von dem eigentlichen Bauauftrag getrennt. Nur so erhält man letztendlich den komplexen Überblick, welcher auch immer in einer Hand mit der notwendigen Erfahrung liegen sollte!
- Eine Aufmaß-Kontrolle sollte anlässlich einer vorherigen Trockenlegung stattfinden, um rechtzeitig Maßnahmen wie den Ver- bzw. Ersatz von Spurlagern, Tormasken, Stemmwinkel u. ä. planen zu können. An dieser Stelle ergeht nochmal die ausdrückliche Empfehlung für den Einsatz eines Mauerplattenträgers mit integriertem Spurlager, ggf. mit Kopplung der Tormaske.
- Eine umfangreiche Fertigungsüberwachung ist mittlerweile Vorschrift. Um diese ausreichend sicher zu stellen, sind Fremdbüros unumgänglich.
- Umfassende Arbeitskräfte-, Geräte- und Materialeinsatzplanung mit entsprechenden Nachweisen, wenn es geht, vor Auftragsvergabe und deren ständige tägliche Mehrfachkontrolle bilden mit die Voraussetzungen für das erfolgreiche Gelingen einer solch komplexen Ersatzbaumaßnahme innerhalb kurzer Schleusensperren.

5. Quellenverzeichnis

Der vorstehende Bericht basiert auf Protokollen und Dokumenten bezüglich der Baumaßnahme Neubau(Ersatz) und Montage der OH-, MH- und UH-Tore der SSA Dettelbach einschließlich der Halslager und deren Rückverankerungen an der SSA Dettelbach.

- Abb.1: „Checkheftpfleger am Main“ Auszug aus geplanten Grundinstandsetzungen im Bereich des WSA Schweinfurt, 2016 (Quelle: Bildarchiv des WSA Schweinfurt)
- Abb.2: Bauphasenplan1 – Ersatz der Halslager einschl. deren Rückverankerung, 2017 (Quelle: Zeichnungsarchiv des WSA Schweinfurt)
- Abb.3 : Bauphasenplan2 – Ersatz der Wendesäulen- und Drempeldichtanschlüsse sowie der Mauerplattenträger, 2017 (Quelle: Zeichnungsarchiv des WSA Schweinfurt)
- Abb. 4/5/6: Verschiedene Modellbauten der auszubrechenden Nische für den Einbau der künftigen Mauerplattenträger einschl. der notwendigen Verankerung, Bewehrung und Schalung (Quelle : Power Point Präsentation zur Baustelle der Schleuse Dettelbach 2015/Archiv Karl Köhler GmbH, Bauunternehmung)
- Abb.7: Mittelhaupttor der SSA Dettelbach, 2015 (Quelle: Bildarchiv des WSA Schweinfurt)
- Abb.8.: Luftbildaufnahme der SSA Dettelbach, 2015 (Quelle: Bildarchiv des WSA Schweinfurt)

